

## Integracja i wykorzystywanie metadanych w publikacjach *DjVu*

GRZEGORZ BEDNAREK

*GB Soft, sp. j., Zabrze*  
*grzegorz@djvu.pl*

### Streszczenie

Niniejszy referat omawia sposoby umieszczania metadanych w publikacjach elektronicznych w formacie *DjVu*. Przedstawiono techniki integrowania z publikacją metadanych zgodnych ze specyfikacją formatu *DjVu*, metadanych w standardzie firmy Adobe – XMP oraz metadanych, których zawartość – podobnie jak treść publikacji elektronicznej – może być przeszukiwana kontekstowo. Zaprezentowane sposoby przygotowano w taki sposób, by proces integrowania metadanych nie wymagał zaawansowanych narzędzi informatycznych i jednocześnie, by jego realizacja zajęła możliwie niewiele czasu.

**Słowa kluczowe:** *DjVu*, metadane, publikacje elektroniczne, standardy metadanych

### Metadane opisujące publikacje elektroniczne w formacie *DjVu*

Liczbę powstałych w ciągu ostatnich kilku lat stron internetowych szacuje się w miliardach. Odnalezienie informacji, będącej przedmiotem zainteresowania, bardzo często zawdzięczamy metadanom towarzyszącym i opisującym poszukiwaną informację. Metadane, często nazywane danymi o danych, służą przede wszystkim do opisu plików graficznych, multimedialnych, publikacji elektronicznych udostępnionych w przeróżnych formatach, a także całych stron internetowych. Publikacjom elektronicznym metadane towarzyszą w dwojaki sposób. Mogą być osadzone w postaci standardowego kontenera w samej publikacji, stając się jej integralną częścią lub być gromadzone w zewnętrznych systemach bazodanowych. Brak jest jakichkolwiek przeciwwskazań, by metadane gromadzić zarówno w systemie bazodanowym, jak i integrować je z udostępnianymi publikacjami. W takim przypadku przez gromadzenie rozumieć należy nie tylko proces powstania i zapisu metadanych, ale również – w sytuacji konieczności zmiany ich postaci bądź zawartości – możliwości synchronicznej aktualizacji zarówno bazy danych, jak i metadanych zapisanych w samej publikacji.

Zintegrowane w publikacji elektronicznej metadane bez względu na to, czy publikacja taka jest udostępniona w formacie to *DjVu*, *pdf* czy też *html*, nadają publikacji – z punktu widzenia jej zawartości – cechy informacji kompletnej, a z punktu widzenia jej funkcjonalności, podobnie jak środki interakcji lub nawigacji po dokumencie – cechy właściwe nowoczesnemu dokumentowi elektronicznemu.

Specyfikacja formatu *DjVu* przewiduje integrację metadanych wewnątrz pliku *DjVu* [4]. Nie jest narzucone ograniczenie od strony ilości lub rozmiaru metadanych, które zamierza się z plikiem *DjVu* zintegrować. Metadane opisujące publikację *DjVu* mają postać tekstu. W niektórych formatach plików elementem metadanych może być również miniatura graficzna pliku. W formacie *DjVu* miniatury graficzne przechowywane są w specjalnym kontenerze (DJVU:THUM), zatem ponowne gromadzenie miniatur graficznych poszczególnych stron publikacji jest zbyteczne. Format *DjVu*

pozwala zintegrować zarówno metadane dotyczące całej publikacji (czy też pliku wielostronicowego), jak i metadane opisujące wyłącznie pojedynczą stronę. Metadane opisujące publikację jako całość, przechowywane są we wspólnym dla każdej strony publikacji kontenerze (DJVI:ANTz, dołączanym pliku elementarnym czy też fragmencie publikacji) posiadającym zazwyczaj nazwę *Shared\_Anno.iff*[4]. Jest to plik tekstowy, którego zawartość w momencie zapisu kompresowana jest bezstratnie. Proces powstawania lub aktualizacji tego pliku można porównać do powstawania lub aktualizowania pliku w formacie .zip.

W pliku *Shared\_Anno.iff*, zgodnie ze specyfikacją formatu *DjVu*, przechowywane są nie tylko metadane. Plik ten zawierać może:

- a) informacje o sposobie wyświetlania publikacji (wartość powiększenia, kolor tła okna, przeglądarki, w którym wyświetlane są kolejne strony publikacji, ...),
- b) treść nagłówka(-ów) i/lub stopki(-ek), które będą umieszczone na wydruku publikacji, metadane opisujące publikację,
- c) inne informacje, które obecnie zostaną zignorowane przez dostępne przeglądarki formatu *DjVu*.

Z kolei metadane opisujące pojedynczą stronę, zapisywane są w pliku tej strony. Podobnie zresztą zapisywana jest ukryta warstwa tekstowa pojedynczej strony *DjVu*. Fragment pojedynczej strony nazywany kontenerem adnotacji strony (DJVU:ANTz lub bardzo rzadko DJVU:ANTa – zapis bez kompresji), zawierać może:

- a) informacje o sposobie wyświetlenia danej strony (wartość powiększenia, kolor tła okna przeglądarki, w którym wyświetlona będzie ta strona, ...),
- b) środki nawigacji (interakcji) umieszczone na danej stronie (różnorodne pod względem kształtu, koloru i położenia hiperłącza do innych stron publikacji, stron internetowych, wysłania korespondencji elektronicznej, ...),
- c) środki informacyjne umieszczone na danej stronie („żółte karteczki”, strzałki, odcinki, okienka tekstowe),
- d) metadane opisujące stronę,
- e) inne informacje o danej stronie, które obecnie zostaną zignorowane przez dostępne przeglądarki formatu *DjVu*.

Metadane integrowane w plikach *DjVu* mają bardzo przejrzystą strukturę. W zależności od stosowanego nazewnictwa przedstawić ją można następująco:

(metadata	(właściwość <sub>1</sub> „wartość właściwości <sub>1</sub> ”)	(metadata	(Atrybut <sub>1</sub> „wartość atrybutu <sub>1</sub> ”)
	(właściwość <sub>2</sub> „wartość właściwości <sub>2</sub> ”)		(Atrybut <sub>2</sub> „wartość atrybutu <sub>2</sub> ”)
	...		...
	(właściwość <sub>n</sub> „wartość właściwości <sub>n</sub> ”)		(Atrybut <sub>n</sub> „wartość atrybutu <sub>n</sub> ”)
)		)	

Właściwością czy też atrybutem jest dowolny tekst niezawierający spacji, dwukropka oraz znaków innych niż alfabet łaciński, wartością zaś – dowolny tekst.

To, czy dla przykładu jednemu spośród atrybutów współtworzących rekord metadanych przypisze się wartość *<Publisher>*, *Publisher* czy też *publisher*, w formacie *DjVu* nie ma żadnego znaczenia i zależy jedynie od przyjętych uzgodnień bądź też potrzeb osoby umieszczającej metadane w publikacji *DjVu*. Pomiedzy kolejnymi parami: „właściwość”–„wartość właściwości” objętych nawiasami okrągłymi musi wystąpić przynajmniej jeden znak spacji lub tabulatora. Przeniesienie

do kolejnego wiersza (*Enter*, CRLF) zwiększające czytelność zapisu jest opcjonalne. Za nawiasem kończącym deklarację rekordu metadanych zaleca się również dodanie pojedynczego znaku spacji.

### Integracja metadanych o publikacji w pliku publikacji *DjVu*

Najwygodniejszym narzędziem pozwalającym osadzić w pliku *DjVu* (lub z niego wyeksportować) metadane jest program *DjVu Simple Editor* (DjVuSEd) wchodzący w skład biblioteki *DjVuLibre* (freeware). Program ten w stosunku do metadanych, które zamierza się zintegrować z plikiem *DjVu*, posiada pewne wymagania. Rekord czy też pakiet metadanych, które zamierza się umieścić w pliku *DjVu*, przygotowywany jest w postaci prostego pliku tekstowego. Każda „wartość właściwości” ograniczona musi być znakami separatora. Separatorami mogą być cudzysłowy (") lub apostrofy ('). Jeżeli w tekście użyte zostały znaki specjalne – m.in. cudzysłów lub znak *backslash* (\) do takich należą – ich wystąpienie musi być poprzedzone pojedynczym znakiem *backslash*, odpowiednio dla cudzysłowu \" a dla *backslash* \\. Wiersze w pliku rozpoczynające się znakiem *hash* (#) są wierszami komentarza pozwalającymi zwiększyć czytelność. Znaki alfabetu innego niż łaciński (polskie, niemieckie, francuskie znaki diakrytyczne, greka, cyrylica, symbole, ...) można wprowadzić jako *Unicode*, choć zaleca się wprowadzenie ich za pomocą kodu oktalnego (ósemkowego). Na przykład słowa *Wrocław* oraz *Grudziądz* w takim zapisie będą posiadać następującą reprezentację:

Grudziądz: **Grudzi\304\205dz**      Wrocław: **Wroc\305\202aw**

Aby metadane zapisać w pliku *DjVu*, należy je umieścić w zwykłym pliku tekstowym, po czym wskazać programowi DjVuSEd, który wykona stosowną modyfikację. Budowę pliku tekstowego, o którym mowa, jak i działanie programu DjVuSEd, szczegółowo omawia artykuł [1]. W najprostszej postaci, plik tekstowy, który pozwoli zapisać metadane w publikacji *DjVu* zawierać musi:

- wiersz polecenia usunięcia z publikacji adnotacji zawartych w niej na daną chwilę,
- wskazanie nazwy pliku, którego dotyczy modyfikacja – pliku adnotacji *Shared\_Anno.iff*,
- wiersz polecenia rozpoczynającego deklarację pożądanых w publikacji adnotacji (*set-ant*),
- rekord metadanych o publikacji,
- kropkę kończącą deklarację.

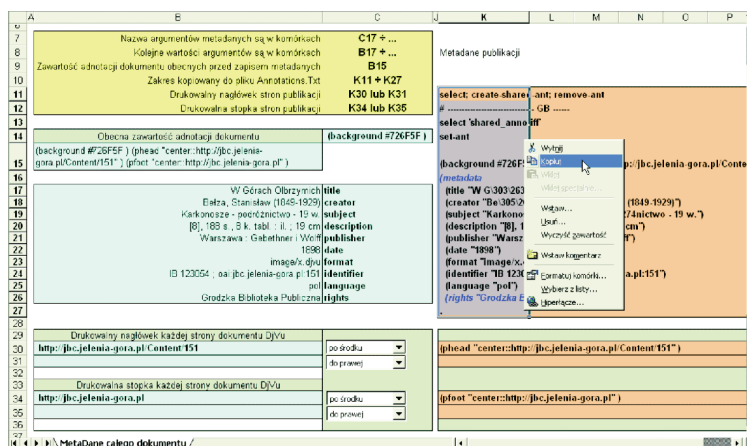
Poniżej przedstawiono treść przykładowego pliku z metadanymi o publikacji.

```
select; create-shared-ant; remove-ant
# ----- GB -----
select 'shared_anno.iff'
set-ant
(metadata
  (Title " Grudzi\304\205dzki Kalendarz Maria\305\204ski")
  (Type "czasopismo")
  (Publisher "Grudzi\304\205dz; W. Kulerski")
  (Date "1928")
  (Format "image/x.djvu")
  (Identifier "oai:kpbc.umk.pl:32519 ; OC 0762; 05905")
  (Rights "Biblioteka Uniwersytecka w Toruniu")
  (Language "pol") )
.
```

Po zapisaniu na dysku pliku tekstowego o postaci jak wyżej (np. pod nazwą *Annotations.txt*), można go zintegrować z publikacją *DjVu*, wywołując program DjVuSEd z następującymi parametrami:

```
C:\Lokalizacja_biblioteki_DjVuLibre\djvused Nazwa_publicacji.djvu
-s -f Annotations.txt
```

Aby opisane powyżej czynności skrócić do 1-2 minut pracy, wykorzystać można aplikację MS Excel. W prosty sposób można zaprojektować i wykonać arkusz zaprezentowany na rycinie 1, którego zadaniem będzie takie przekształcenie wpisanej do niego wprost zawartości metadanych, by kolejne komórki utworzyły plik zgodny z wymogami programu DjVuSEd, a zatem uwzględniający dla przykładu sposób reprezentacji znaków innych niż alfabet łaciński, uzupełniający kolejne pary „attribut”–„wartość atrybutu” o nawiasy, dodający konieczne znaki spacji itp. Oczywiście, tak powstały arkusz wykorzystywany może być wielokrotnie, a dla określonych potrzeb, może zostać szybko zmodyfikowany.

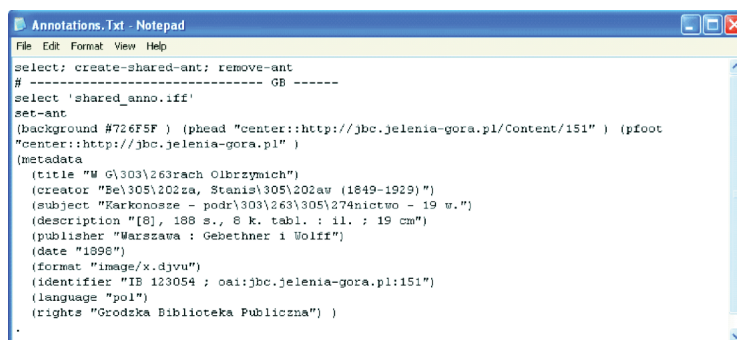


Ryc. 1. Przygotowanie kolejnych wierszy pliku tekstowego dla programu DjVuSEd

Jedyną co powinien wykonać użytkownik arkusza po wprowadzeniu metadanych, to skopiowanie określonego zakresu komórek do pamięci schowka i wklejeniu ich do pustego pliku tekstowego. Zaleca się użycie prostego edytora typu *Notepad*, a nie *WordPad*, który poza tekstem przeniesie do pliku również obrysy każdej skopiowanej komórki. Zaprezentowany wyżej arkusz dołączony został do materiałów konferencyjnych. W arkuszu tym dodano także możliwość zadeklarowania nagłówka(-ów) i/lub stopki(-ek) umieszczanych na wydrukach publikacji oraz takich adnotacji, które dana pracownia digitalizacyjna stosuje zazwyczaj (np. kolor tła okna przeglądarki plików *DjVu*). Więcej informacji na temat budowy arkusza prezentuje artykuł [1]. Po wprowadzeniu metadanych do arkusza, zaznacza się i kopiuje do pamięci schowka utworzoną treść pliku (jednokolumnowy zakres komórek). Następnie w folderze, w którym znajduje się publikacja *DjVu*, tworzy się nowy dokument tekstowy (o nazwie dla przykładu *Annotations.Txt*), do którego wkleja się pamięć schowka, jak pokazano na rycinie 2.

Po zapisaniu pliku na dysku, można wywołać program DjVuSEd. W tym celu wygodnie jest posłużyć się plikiem wsadowym. Przykładem może być plik wsadowy *Import Annotations.Bat* o postaci:

```
Set PlikDjVu=belza.djvu
C:\Apps\DjVuLibre\djvused %PlikDjVu% -s -f Annotations.txt
```



```

Annotations.Txt - Notepad
File Edit Format View Help

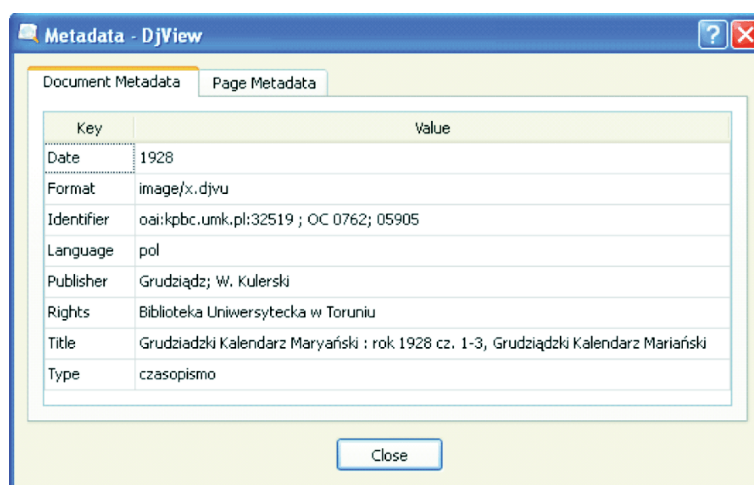
select; create-shared-ant; remove-ant
# ----- GB -----
select 'shared_anno.iff'
set-ant
(background #726F5F ) (phead "center::http://jbc.jelenia-gora.pl/Content/151" ) (pfoot
"center::http://jbc.jelenia-gora.pl" )
(metadata
(title "W G\303\263rach Olbrzymich")
(creator "Be\305\202za, Stanis\305\202aw (1849-1929)")
(subject "Karkonosze - podr\303\263\305\274nictwo - 19 w.")
(description "[8], 188 s., 6 k. tabl. : il. : 19 cm")
(publisher "Warszawa : Gebethner i Wolff")
(date "1898")
(format "image/x.djvu")
(identifier "IB 123054 ; oai:jbc.jelenia-gora.pl:151")
(language "pol")
(rights "Grodzka Biblioteka Publiczna" )
)
.

```

Ryc. 2. Przykładowy plik poleceń programu DjVuSEd

Tak skonstruowany plik wymaga jedynie, by w pierwszym wierszu określić za znakiem równości nazwę modyfikowanej publikacji, nie dokonując innych zmian w kolejnym wierszu wywołującym program DjVuSEd.

Dwukrotne kliknięcie ikony pliku *Import Annotations.Bat* integruje metadane o publikacji wewnątrz tej publikacji. Bez względu na to, czy metadane dodawane są do publikacji zapisanej sposobem scalonym czy też rozdzielonym, konieczne do wykonania operacje są identyczne. Przeglądanie za pomocą przeglądarki DjView (dostępnej dla systemów Windows, Linux, Unix i MacOS) publikacji *DjVu*, w których zintegrowano metadane, pozwala wyświetlić treść metadanych opisujących publikację, co przedstawiono na rycinie 3.



Ryc. 3. Okienko zintegrowanych w publikacji metadanych

Podsumowując powyższe stwierdzić można, że cały proces integrowania metadanych (zgodnych postacią ze specyfikacją formatu *DjVu*) z publikacją sprowadza się do wpisania treści metadanych do arkusza Excela, utworzenia pliku tekstowego z odpowiednio przedstawionymi metadany i wywołania pliku wsadowego kończącego proces.

Brak narzuconych, przez twórców formatu *DjVu*, reguł, określających postać metadanych, pozwala integrować je w postaci odpowiadającej potrzebom poszczególnych bibliotek, np. jako metadane *Dublin Core Metadata Element Set* (DCMES). Zintegrowane w publikacji, „wędrują” z nią do każdego czytelnika, którego zainteresuje określona publikacja. Możliwość wyświetlenia ich zawartości powoduje, że czytelnik nie tylko dysponuje opisem takiej publikacji, ale również informacją o tym, która biblioteka cyfrowa udostępnia publikację o takiej tematyce, a może z taką, a nie inną jakością. Wreszcie, w sytuacji, której nie oczekuje żaden opiekun zasobów cyfrowych biblioteki, w sytuacji awarii lub uszkodzenia baz danych, zintegrowane w publikacjach metadane mogą okazać się jednym z nielicznych instrumentów potwierdzających poprawność restytucji bazy danych po usunięciu awarii. Wszystkie te fakty, jak i znikomy nakład pracy, konieczny do poniesienia podczas integracji metadanych w publikacjach *DjVu*, przemawia za tym, by proces ich integracji był stałym elementem ciągłej produkcji publikacji cyfrowych w formacie *DjVu*. Pewnego rodzaju przeszkodą w realizacji takiego zamierzenia może być fakt, że zdarzyć się może, iż nie zawsze dostępne będą (dla przykładu jako pliki *rdfl*) kompletne i zweryfikowane metadane o publikacji w momencie, w którym pracownia digitalizacyjna wykonuje prace końcowe nad publikacją.

### Standardy metadanych

Duża elastyczność, brak określonych wymogów względem postaci metadanych zintegrowanych w plikach *DjVu* jest nie tylko ich zaletą. Oczywiście, kolejne wersje oprogramowania dotyczące formatu *DjVu* czy też nowe przeglądarki *DjVu* umożliwią zapewne realizację różnych operacji związanych z metadanymi osadzonymi zgodnie ze specyfikacją formatu *DjVu*. Jednak, by wiele różnorodnych aplikacji mogło znacznie efektywniej wykorzystywać i przetwarzać gromadzone wraz z publikacjami metadane, należy zastosować wspólny standard dla możliwie dużej liczby formatów plików elektronicznych, włączając w to format *DjVu*. Ujednolicone standardem postaci metadanych, przez fakt iż będą dostępne (czy też znane) wielu systemom i aplikacjom, będą mogły być uzupełniane i aktualizowane na każdym etapie przetwarzania pliku elektronicznego, któremu towarzyszą.

Sądzić można, że do chwili obecnej brak ujednoliconej postaci metadanych, jak i określonego sposobu dostępu do nich, najbardziej odczuwalny w skutkach okazał się dla producentów kamer i aparatów cyfrowych oraz producentów oprogramowania do obróbki plików graficznych. Krytyki nie oszczędzono nawet systemowi Windows XP:

Nikon also warn about Windows XP: “...*Nikon has also previously posted similar warnings about using Windows XP to rotate images and format CF cards. The exact same cautions apply, that if you use Windows Explorer to rotate images you will destroy the important EXIF data held in the JPEG image header...*”

W roku 2006 dzięki pięciu potentatom branży informatycznej, a mianowicie Microsoft, Adobe, Sony, Canon i Nokia powstało konsorcjum *Metadata Working Group*. Specyfikacja zakresu prac tego konsorcjum opublikowana została w ubiegłym roku. Cel, jaki został postawiony, to bezpieczne czy też zachowawcze wykorzystywanie i przetwarzanie metadanych zintegrowanych przede wszystkim w plikach graficznych oraz udostępnienie tych metadanych zarówno wszelkim możliwym aplikacjom, jak i urządzeniom. Metadany nadano także nowe znaczenie. Poza atrybutami opisującymi cechy, pochodzenie oraz właściwości pliku, uwagę zwrócono także na to, jaki krąg użytkowników może być zainteresowany określonym plikiem czy też ogólniej – daną informacją.

Prace konsorcjum oparte są o trzy standardy metadanych wykorzystywanych w przemyśle. Nazwy i logo tych standardów zestawiono na rycinie 4.



Ryc. 4. Standardy metadanych stosowane w różnych formatach plików

Uwagę zwraca fakt, że wszystkie te standardy dotyczą metadanych zintegrowanych w plikach, których zawartość opisują. Ponieważ metadane integrowane są w plikach w postaci niezależnych kontenerów za pomocą ściśle określonych reguł, zakłada się, że pojedynczy plik może posiadać nie jeden kontener metadanych, lecz dwa lub trzy. Z kolei dostępność mechanizmu korzystającego z zasobów wszystkich kontenerów metadanych (w powstających obecnie aplikacjach), pozwala udzielić „odpowiedzi” na niemal każde pytanie, jakie o plik zadać może użytkownik.

Z punktu widzenia technologii *DjVu* możliwość zaimplementowania wszystkich standardów metadanych nie jest ani konieczna, ani nie mogłaby mieć takiego zastosowania, jakie posiadać może dla plików JPG, JP2000 czy też TIFF. Przyczyna takiego stanowiska jest oczywista. Format *DjVu* nie jest stosowany ani w aparatach cyfrowych, ani innych urządzeniach przenośnych, zatem wszystkie właściwości pliku *DjVu* (więc także i metadane) zapisać może w jednym standardzie oprogramowanie tworzące taki plik.

Natomiast możliwość przypisania metadanom *DjVu* postaci jednego z powyższych standardów może mieć znaczenie ogromne. Dla formatu *DjVu* praktycznie jedyną propozycją jest wybór metadanych zapisywanych w standardzie firmy Adobe – **XMP**. Takie metadane kodowane są w formacie XML przy użyciu standardu W3C: *Resource Description Framework* (RDF). Ta specyfikacja używana jest na co dzień w polskich bibliotekach cyfrowych do opisu metadanych, co jest kolejnym argumentem za tym, by rozpatrzyć możliwość przyjęcia standardu XMP jako obowiązującego m.in. dla publikacji w formacie *DjVu*.

XMP przede wszystkim standaryzuje sposób definiowania, tworzenia oraz przetwarzania i wykorzystywania metadanych zarówno poprzez określenie, jak i dostarczenie jego użytkownikom:

- a) **Data Model** – całkowicie „elastyczny” model danych i sposób opisu metadanych w dokumentach,
- b) **Serialization Model** – sposób przygotowywania pakietów metadanych w formacie języka XML do ich integracji w pliku publikacji,

- c) **Standard Schemas** – szczegółowe listy właściwości (atrybutów) i opisów dla standardu metadanych XMP, w tym schematy ogólnego zastosowania takiego jak *Dublin Core* lub schematy specjalizowane np. dla aplikacji *PhotoShop* (standard metadanych XMP w pełni wspiera metadane Dublin Core). Dostarczone są ponadto szczegółowe informacje nt. schematów standardowych oraz wskazówki, dotyczące zarówno ich rozszerzania, jak i dodawania kolejnych schematów.

O tym, że implementacja metadanych w formacie XMP może znacznie podnieść walory użytkowe publikacji w formacie *DjVu*, poinformował jeden z twórców biblioteki *DjVuLibre* – Léon Bottou (forum na stronie [www.djvu.org](http://www.djvu.org)) informując jednocześnie, iż jednym spośród oczekiwanych rozszerzeń specyfikacji formatu *DjVu* będzie dodanie możliwości integracji XMP metadanych w plikach *DjVu* (październik 2008) [3].

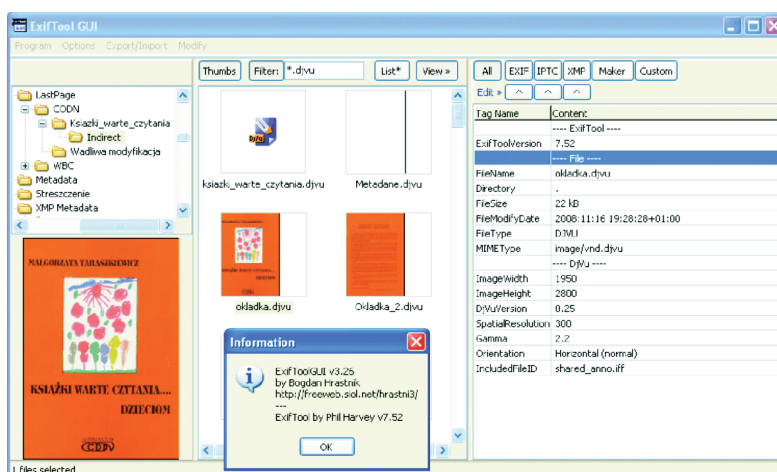
### Metadane XMP w publikacjach *DjVu*

Sposób definiowania metadanych XMP w publikacjach *DjVu* jest jasny, jednoznaczny i nie sprawi żadnych kłopotów podczas ich integracji z publikacją:

```
(xmp " <rdf:RDF xmlns:rdf=... [escaped XMP here] ...</rdf:RDF>" )
```

Oparty został na możliwości umieszczenia w pliku adnotacji *Shared\_Anno.iff* „innych informacji”, które obecnie zostaną zignorowane przez dostępne przeglądarki *DjVu*.

Jednak zanim publikacje *DjVu* wyposażone zostaną w XMP metadane, koniecznym będzie posiadanie jakiegokolwiek narzędzia informatycznego umożliwiającego ich wyświetlenie w celu chociażby weryfikacji poprawności zintegrowania. Takim narzędziem może być program *ExifTool* (freeware) służący do manipulacji i wyświetlania metadanych dla niemal 100 formatów plików. Właściwie trudno ocenić liczbę rozpoznawanych przez to narzędzie formatów, ponieważ bardzo często pojawia się jego aktualizacja. *ExifTool* nie posiada interfejsu graficznego (więc domyślnie obsługiwany jest za pomocą tekstowych plików wsadowych). Dostępna jest jednak nakładka *ExifToolGUI* (freeware) usuwająca tę niedogodność. Wygląd okienka nakładki przedstawiono na rycinie 5.



Ryc. 5. Wyświetlanie metadanych za pomocą *ExifToolGUI*



Działanie nakładki *ExifToolGUI* przypomina rozszerzone możliwościami okienko Windows Eksploratora. Pliki ze wskazanego foldera można wyświetlić m.in. jako filtrowaną listę (np. wyłącznie pliki *DjVu*). Prawy panel w zależności od wskazania użytkownika wyświetla w postaci tabeli wszystkie metadane pliku lub tylko metadane zachowane w kontenerze IPTC/Exif/XMP. Dla formatu *DjVu* dostępne są wyłącznie opcje odczytu.

### Konwersja publikacji *pdf* do formatu *DjVu* z integracją metadanych XMP

Ponieważ wiele publikacji w formacie *pdf* posiada już zintegrowane metadane w standardzie XMP, wydaje się właściwe, by poprawność integrowania metadanych XMP w publikacjach *DjVu* zweryfikować na podstawie skonwertowanej (do formatu *DjVu*) publikacji *pdf*, z której wyekstrahowano plik metadanych XMP.

Na internetowej stronie *The Metadata Working Group* dostępna jest „specyfikacja techniczna” zapisana w formacie *pdf* (1784 kB). Metadane zintegrowane w tej publikacji (w standardzie XMP), zapisać można w pliku zewnętrznym przykładowo za pomocą aplikacji *Acrobat Professional*. Zaś jej konwersja do formatu *DjVu* z rozdzielczością 900 dpi prowadzi do otrzymania pliku *DjVu* o rozmiarze 999 kB.

Zapisane w pliku zewnętrznym metadane (w postaci pliku *rdf*) bez jakiegokolwiek obróbki, z pominięciem pierwszego i ostatniego wiersza xpacket wrappera o treści:

```
<?xpacket begin=' ' id='W5M0MpCehiHzreSzNTczkc9d'?>
```

skopiowano do wspomnianego już w punkcie 1.1 arkusza Excela. W arkuszu tym, poza XMP metadanymi zadeklarowano dodatkowo kolor tła i jeden nagłówek dla drukowanych stron. Otrzymany plik *Annotations.Txt* przedstawiał się następująco:

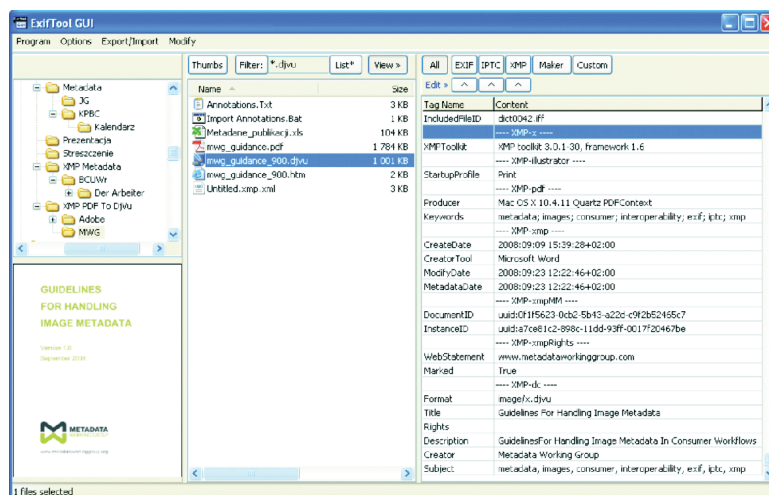
```
select; create-shared-ant; remove-ant
# ----- GB -----
select 'shared_anno.iff'
set-ant
(background #84C23A ) (phead
"center::http://www.metadataworkinggroup.org/" )
(xmp "<x:xmpmeta xmlns:x='adobe:ns:meta/' x:xmptk='XMP toolkit 3.0.1-
30, framework 1.6'>
<rdf:RDF xmlns:rdf='http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#'
xmlns:iX='http://ns.adobe.com/iX/1.0/'>

<rdf:Description rdf:about=''
xmlns:illustrator='http://ns.adobe.com/illustrator/1.0/'>
<illustrator:StartupProfile>Print</illustrator:StartupProfile>
</rdf:Description>

...

</rdf:Description>
</rdf:RDF>
</x:xmpmeta>" )
.
```

Import tych adnotacji do publikacji *DjVu* pozwolił uzyskać plik *DjVu* z osadzonymi metadanymi XMP. Jest prawidłowo wyświetlany zarówno przez przeglądarkę *DjVu Browser*, *DjView*, jak i *WinDjView*, zaś dzięki nakładce *ExifToolGUI*, można zapoznać się z jego XMP metadanymi, jak pokazano na rycinie 6.

Ryc. 6. Pakiet XMP metadanych zintegrowanych w publikacji *DjVu*

Cały proces integracji metadanych XMP z publikacją *DjVu* zajął około 3 minut. Oczywiście, nie wliczając czasu konwersji pliku *pdf* do formatu *DjVu* oraz mając na uwadze fakt, że potrzebne metadane nie musiały zostać stworzone, lecz zostały wyekstrahowane z pliku *pdf* jako gotowy plik *rdf*. W metadanych XMP – przed ich osadzeniem w publikacji *DjVu* – wykonano jedną zmianę. Właściwości *Format* zmieniono wartość z „*aplication/pdf*” na „*image/x.djvu*”.

#### Metadane o publikacji oraz metadane pojedynczych stron

Cenną cechą wśród formatów plików dla dokumentów elektronicznych jest możliwość integrowania w takich plikach metadanych opisujących zarówno cały plik wielostronicowy, jak i jego poszczególne strony.

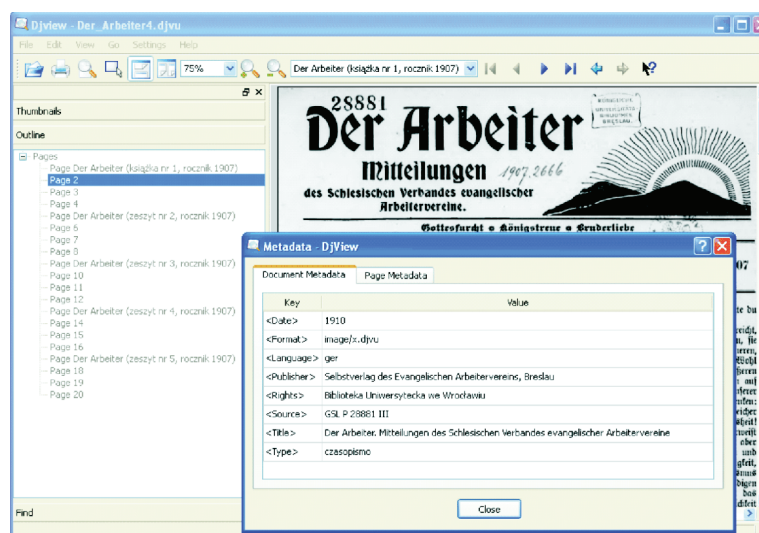
Specyfikacja formatu *DjVu* przewiduje, że metadane dotyczące całej publikacji składowane są w kontenerze adnotacji dokumentu, czyli w pliku *Shared\_Anno.iff* (DJVI:ANTz). Z kolei w kontenerze adnotacji strony (DJVU:ANTz) składowane mogą być metadane opisujące jedynie daną stronę. Zarówno zasady integrowania, jak i korzystania z metadanych o publikacji i metadanych o stronie są identyczne. Zastosowania takiej możliwości integrowania metadanych mogą być różnorakie:

- przede wszystkim, w przypadku obszernych publikacji można kolejnym jej częściom przypisać określone zawartością metadane stron, precyzując tym samym opis nie na poziomie samej publikacji, lecz jej fragmentu;
- jeżeli publikacje – nazwijmy je – grupowe powstają w kilku ośrodkach czy też pracowniach, mogą zostać dostarczone celem scalenia w postać finalną z już zintegrowanymi metadanymi, które precyzyjnie opisują dostarczoną publikację cząstkową (podrzedną), i jednocześnie pozostaną w pliku powstałej publikacji grupowej;
- w wydawnictwach albumowych kilka stron może wymagać specjalnego komentarza czy też referencji ze strony udostępniającej publikację. Metadane strony mogą w takim wypadku bardzo dobrze służyć jako kontener przechowujący tego typu informacje.

Analizując możliwości integrowania metadanych w publikacjach *DjVu*, uwagę można zwrócić również na kolejny środek opisu zawartości publikacji, jakim są **opisowe nazwy stron publikacji**.

Niejednokrotnie przedmiotem publikacji bibliotek cyfrowych są dokumenty jednostronicowe (widokówki, plakaty, zdjęcia) lub kilkunastonicowe (repertuary, plany imprez, lokalne gazetki, ...). Być może zamiast udostępniania 500, a może 1000 takich jednostronicowych publikacji, interesującą alternatywą byłaby publikacja 500- lub 1000-stronicowa, w której zachowane byłyby metadane każdej pojedynczej strony, a na bazie wartości atrybutów *title* powstałaby lista nazw kolejnych stron takiej publikacji.

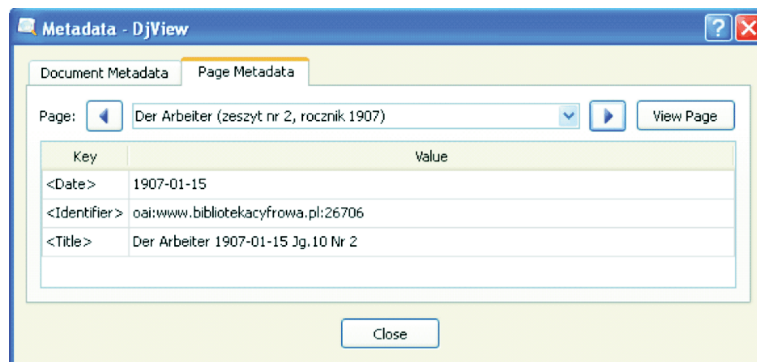
Przeglądając za pomocą przeglądarki DjView publikację *DjVu*, w których wszystkim lub wybranym stronom przypisano określone nazwy, przeglądarka wyświetli je nie tylko w oknie informacyjnym, lecz nazwy te pojawią się również jako gałęzie drzewka spisu treści. Sposób wyświetlania opisowych nazw stron i metadanych przedstawia rycina 7.



Ryc. 7. Wyświetlanie opisowych nazw stron i metadanych o publikacji

Wspomniana wyżej przeglądarka wyświetla zawsze komplet zintegrowanych metadanych o publikacji (metadanych zgodnych ze specyfikacją formatu *DjVu*). Jeżeli w takiej publikacji zintegrowane zostały również metadane o wszystkich lub wybranych stronach, to dla takich metadanych wyświetlone zostaną tylko te atrybuty i ich wartości, które różnią się zawartością w stosunku do odpowiadających im wartości zachowanych w metadanych o publikacji. Na rycinie 7 przedstawiono wygląd okna przeglądarki wyświetlającej metadane o publikacji oraz pięć gałęzi jako nazwy opisowe nadane wybranym stronom. Poniżej na rycinie 8 – w celu porównania – przedstawiono przykładowe okienko wyświetlające metadane strony nr 5 publikacji.

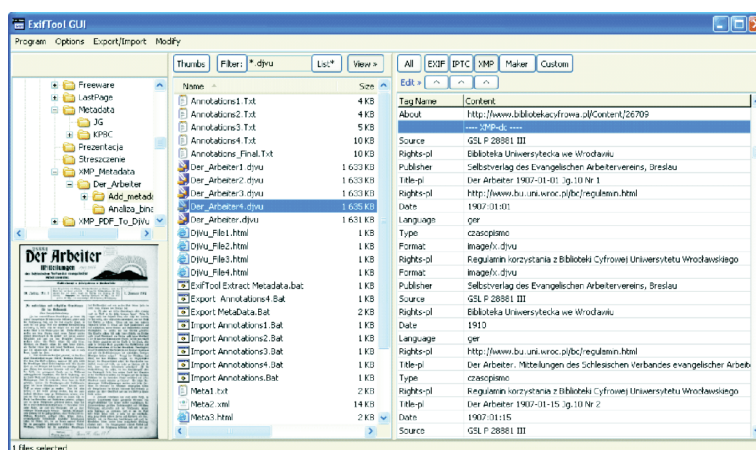
Gdyby zatem przywołana wyżej publikacja była cyfrowym zbiorem widokówek, wyświetlanie metadanych o kolejnych widokówkach udostępniłoby czytelnikowi prawdopodobnie tylko najbardziej istotne dla niego informacje (np. nazwę widokówki, datę jej powstania oraz identyfikator



Ryc. 8. Wyświetlone metadane o pojedynczej stronie publikacji

zasobu). Natomiast metadane takie jak regulamin korzystania z biblioteki lub współtwórcy publikacji, udostępnione byłyby jedynie podczas wyświetlenia okienka metadanych o publikacji.

Przykład osadzenia w publikacji *DjVu* metadanych o publikacji oraz metadanych kilku jej stron zgodnie ze specyfikacją formatu *DjVu* oraz w standardzie XMP, z jednoczesnym nadaniem nazw opisowych stronom, dla których zintegrowano metadane, szczegółowo omawia artykuł [2]. Z tak zintegrowanymi metadanymi zapoznać się pozwala przywołane już narzędzie *ExifTool*. Poniżej, na rycinie 9, przedstawiono okienko *ExifTool* wyświetlające XMP metadane o publikacji oraz XMP metadane strony nr 1 oraz 5 (metadane wyświetlane są w porządku fizycznym, w jakim zapisane zostały na dysku, stąd nie zawsze XMP metadane o publikacji będą wyświetlone przed XMP metadanymi strony nr 1).



Ryc. 9. XMP metadane o publikacji oraz XMP metadane stron publikacji

### Możliwości wyszukiwania metadanych zintegrowanych w publikacjach *DjVu*

Format *DjVu* umożliwia odszukanie w publikacji określonej frazy tekstu. Możliwość tę posiadają takie publikacje *DjVu*, w których przynajmniej jedna ze stron posiada usługową warstwę, nazywaną „ukrytą warstwą tekstową”. Warstwa taka powstaje w pliku *DjVu* (czy też zostaje z nim zintegrowana) podczas:

- a) wykonania operacji automatycznego rozpoznania OCR poszczególnych stron publikacji,
- b) przeniesienia – wprost – warstwy tekstowej z plików *pdf* (które powstały z dokumentów elektronicznych np. z MS Worda) podczas ich konwersji za pomocą aplikacji *DocumentExpress Enterprise*,
- c) konwersji dokumentów MS Worda za pomocą wirtualnej drukarki,
- d) eksportu czy też zintegrowania pliku *DjVu* z plikiem w formacie *xml*, zawierającym warstwę(-y) tekstową(-e).

Ukryta warstwa tekstowa danej strony *DjVu* jest jej integralną częścią. W formacie *DjVu* przeszukiwane są wyłącznie ukryte warstwy tekstowe. Oznacza to, że zarówno opisowe nazwy stron (przechowywane w kontenerze DJVM:DIRM), jak i metadane lub XMP metadane (przechowywane w kontenerach DJVI:ANTz oraz DJVU:ANTz) **przeszukiwanymi być nie mogą**. Aby mimo to opracować sposób zintegrowania metadanych z publikacją tak, by również metadane były przeszukiwanymi, należy umieścić je w ukrytej warstwie tekstowej. Oznacza to, że integracja metadanych taką drogą nie jest wykluczona, ale jednocześnie i to, że w pliku *DjVu* metadane te będą traktowane jak podstawowa strona *DjVu* z ukrytą warstwą tekstową.

Mając na uwadze fakt, że często na końcu publikacji elektronicznych dodawana jest „strona katalogowa”, można przez analogię dodać na końcu publikacji pojedynczą stronę, zawierającą kompletne metadane w określonym standardzie i postawiony cel zostanie osiągnięty. Można również założyć, że skoro – jak pokazano w poprzednim punkcie – obecność w pliku *DjVu* metadanych zapisanych w dwóch różnych standardach nie powoduje jakichkolwiek uciążliwości i jednocześnie wzrost rozmiaru takich publikacji jest praktycznie niezauważalny, to prawdopodobnie skonstruowanie publikacji *DjVu* zarówno z przeszukiwanymi metadanymi, jak i metadanymi lub XMP metadanymi zintegrowanymi sposobem opisanym w punktach 1.1 oraz 3.2, da w wyniku stabilną i znacznie bardziej funkcjonalną publikację elektroniczną, aniżeli publikację *DjVu* pozbawioną metadanych.

Ukryta warstwa tekstowa jako kontener składowy pojedynczej strony *DjVu* (DJVU:TXTz, bardzo rzadko DJVU:TXTa – zapis bez kompresji) może zostać z niej wyekstrahowana w postaci pliku w formacie *xml*. Warstwa tekstowa zapisana w postaci pliku *xml* może z kolei zostać zapisana (zintegrowana) ze wskazaną stroną publikacji *DjVu*. Ten znany mechanizm wykorzystywany jest przede wszystkim do korekty błędów i przekłamań w warstwach tekstowych, które powstały drogą rozpoznania automatycznego OCR. Mechanizm ten można wykorzystać jeszcze w innym celu.

Jeżeli zamierza się dodać na końcu publikacji *DjVu* stronę zawierającą metadane (np. o postaci pliku *rdh*), to treść takiej strony może być dla czytelników zarówno informacją dodatkową, jak też może zostać odebrana jako dodatek, który do publikacji przedostał się przypadkiem, co obniży opinię o jakości takiej publikacji. W takiej sytuacji rozsądne wydaje się ukrycie zawartości dodanej strony, ale w taki sposób, by nie została zniszczona zawarta w niej ukryta warstwa tekstowa gwarantująca możliwość przeszukiwania metadanych. W takim wypadku należy przygotować pustą

stronę w formacie *DjVu* oraz stronę o tych samych rozmiarach i rozdzielczości zawierającą odpowiednie metadane. Ze strony tej należy wyekstrahować ukrytą warstwę tekstową i zapisać ją w pustej stronie *DjVu*. Wtedy na końcu publikacji dodana będzie strona pusta, ale zawierająca kompletną ukrytą warstwę tekstową, której zawartością będą metadane o publikacji. Decyzja o tym, czy bardziej właściwe jest dodanie strony z widocznymi metadanymi i ukrytą warstwą tekstową, czy też strony pustej z ukrytą warstwą tekstową, należy do osoby przygotowującej taką publikację.

Ostatnią kwestią techniczną wartą omówienia jest sposób przygotowania warstwy tekstowej zawierającej metadane o publikacji. Jeżeli metadane będą posiadać postać pliku *rdf*, czyli tak naprawdę są kodem w formacie języka *xml*, może się okazać, że dodatkową korzyścią będzie wykonanie warstwy tekstowej z precyzją wiersza tekstu. Warstwy tekstowe utworzone z precyzją pojedynczego słowa lub z precyzją całego wiersza przeszukiwane są w identyczny sposób. Jednak skopiowanie do pamięci schowka warstwy tekstowej przygotowanej z precyzją słowa i wklejenie jej do edytora tekstu powoduje pojawienie się ciągu słów oddzielonych spacją. Zaś wklejenie do edytora tekstu warstwy tekstowej, która została przygotowana z precyzją wiersza, powoduje, że warstwa zostanie wklejona w takich samych wierszach i zawierających taką samą liczbę słów, jak treść, na podstawie której została utworzona. Tym samym możliwe będzie odtworzyć bezpośrednio ze strony w formacie *DjVu* pojedynczej kombinacji *Ctrl-C/Ctrl-V* (czy też przenieść do edytora) cały kod pliku *rdf* w nienaruszonej postaci.

Warstwy tekstowe z precyzją wiersza tekstu są „wymarzone” dla publikacji poezji (tomiki wierszy, ...) oraz publikacji prezentujących duże ilości kodu programów lub algorytmów. Kłopot z takim utworzeniem warstwy tekstowej polega na tym, że narzędziem które realizuje to bezbłędnie, jest *DocumentExpress Enterprise*. Dla konwersji dokumentów elektronicznych dobrze operację taką realizuje wirtualna drukarka plików *DjVu*.

Zarówno w celu automatyzacji, jak i uproszczenia integrowania przeszukiwanych metadanych w publikacjach *DjVu* przygotowano odpowiednie narzędzie informatyczne (dostępne wraz z materiałami konferencyjnymi). Konieczne czynności podczas integracji – w celu porównania – wykonano zarówno za pomocą *DocumentExpress Enterprise*, jak i biblioteki *DjVuLibre*. Na przemian dołączano do publikacji metadane, które na stronie były widoczne lub ukryte.

Kolejność czynności koniecznych do wykonania:

- pobranie pliku *rdf*, zawierającego kompletne i zweryfikowane metadane o publikacji,
- przeniesienie zawartości pliku *rdf* do pustego dokumentu MS Word (orientacja pejzaż/portret wg uznania osoby przygotowującej publikację),
- utworzenie pustego dokumentu Worda o takich samych właściwościach, jak dokument z przeniesionymi metadanymi (orientacja, marginesy),
- konwersja do formatu *DjVu* pustego dokumentu Worda,
- konwersja do formatu *DjVu* dokumentu zawierającego skopiowane metadane (z powstaniem ukrytej warstwy tekstowej),
  - użytkownicy *Professional* – za pomocą drukarki wirtualnej,
  - użytkownicy *Enterprise* – konwersja dokumentu Worda do formatu *pdf* (*Document Express Enterprise* nie konwertuje wprost formatu Worda), konwersja otrzymanego pliku *pdf* do formatu *DjVu* z utworzeniem warstwy tekstowej o precyzji wiersza tekstu,

- czynności niezwiązane bezpośrednio z integracją przeszukiwanych metadanych publikacji, a zatem – w zależności od potrzeb – dodanie drzewek spisu treści, interaktywnych spisów treści, integracja metadanych lub XMP metadanych, deklaracje kolorów, powiększeń, nagłówków, ...
- połączenie publikacji ze stroną zawierającą odpowiednio przygotowane metadane o publikacji (widoczne lub ukryte).

Realizacja pierwszych 5 punktów, w efekcie wykonania których otrzymuje się pojedynczą stronę *DjVu* z metadanymi oraz pustą stronę *DjVu*, nie powinna zająć więcej niż 2 minuty pracy. Czynności nazwane „niezwiązane bezpośrednio z integracją” – pochłoną ilość czasu proporcjonalną do ich ilości, zaś połączenie końcowe, dzięki przygotowanemu narzędziu, nie powinno zająć więcej niż 15 sekund.

Narzędziem, które wykorzystano dla realizacji powyższych operacji, jest tekstowy plik wsadowy *Modify\_publication.bat*. Mimo iż składa się z kilkuset wierszy, jego obsługa została uproszczona do minimum. Użytkownik wpisując kilkakrotnie „TAK” oraz „NIE” w początkowych wierszach tego pliku, sam decyduje o tym, w jaki sposób wykonana zostanie modyfikacja publikacji. Należy przez to rozumieć, że w zależności od potrzeb:

- a) z publikacją *DjVu* można zintegrować zarówno pustą stronę z ukrytą warstwą tekstową, jak i stronę z kompletem metadanych,
- b) modyfikację przeprowadzić można za pomocą aplikacji *DocumentExpress Enterprise* lub za pomocą biblioteki *DjVuLibre*,
- c) modyfikacji towarzyszyć może osadzenie w publikacji drzewka spisu treści lub adnotacji zawierających dla przykładu interaktywne spisy treści albo deklaracje drukowanych nagłówków,
- d) możliwe jest osadzenie w aplikacji kompletu miniatur graficznych poszczególnych stron publikacji.

Oczywiście poza kilku deklaracjami TAK/NIE, użytkownik we wspomnianym pliku wpisuje także nazwę publikacji, której dotyczy modyfikacja oraz nazwę dołączanej strony z metadanymi. Ponieważ w trakcie modyfikacji wykorzystuje się – jak i powstają – pliki pośrednie, kilka kolejnych deklaracji TAK/NIE pozwala określić, czy po zakończeniu modyfikacji pliki takie należy usunąć z dysku czy też pozostawić je użytkownikowi dla pewnych określonych celów. Wszystkie konieczne do wprowadzenia deklaracje wraz z kilku przykładowymi modyfikacjami szczegółowo opisuje artykuł G. Bednarka [2], zaś zaproponowane narzędzie dostępne jest wraz z materiałami konferencyjnymi.

Żadna ze zmian w sposobie produkcji publikacji cyfrowych nie może i zapewne nie jest wprowadzana w pracowniach digitalizacyjnych bez uprzedniej analizy ewentualnych konsekwencji, jakie taka zmiana może wnieść. Między innymi z tego powodu zaproponowany plik wsadowy wykonano w taki sposób, by modyfikacje można było zrealizować dwoma całkowicie niezależnymi od siebie produktami informatycznymi. Z kolei rozszerzenie możliwości narzędzia o operacje niezwiązane ściśle z przeszukiwanymi metadanymi, a zatem operacje osadzające w publikacji – podczas jej modyfikacji – przeróżne środki opisu, nawigacji oraz metadane zapisane odmiennymi sposobami, może być podstawą oceny stabilności publikacji udostępnianych w formacie *DjVu*. Publikacji, które w zależności od potrzeb wyposażono zarówno w różną ilość różnych środków nawigacji, jak i opisu z jednoczesnym osadzeniem w nich metadanych zapisanych różnymi metodami.

Najbardziej istotne jest zaś to, że wyposażenie publikacji w formacie *DjVu* we wszystkie możliwe środki opisu i nawigacji, jakie przewiduje specyfikacja tego formatu [4], nie powoduje ani znaczącego wzrostu rozmiaru takiej publikacji, strony nie są wyświetlane z opóźnieniem, zawartość zintegrowanych metadanych dwoma lub trzema opisanymi technikami jednocześnie nie przesłania wzajemnie ich zawartości, a kolejne strony takiej publikacji dostarczane są czytelnikowi równie efektywnie, jak strony publikacji, niewyposażonej ani w środki nawigacji, ani w metadane.

Wśród opisanych w artykule G. Bednarka [2] modyfikacji, ostatni przykład przedstawia publikację, która po modyfikacji wyposażona została w:

- zintegrowane metadane zgodne ze specyfikacją formatu *DjVu*,
- zintegrowane metadane zgodne ze specyfikacją standardu XMP,
- zintegrowane metadane przeszukiwane,
- hierarchiczny, wielokrotnie rozgałęziony panel spisu treści,
- dwustronicowy interaktywny spis treści (z wyświetlanymi „dymkami”),
- deklaracje koloru tła okna przeglądarki,
- drukowalny nagłówek stron,
- drukowalna stopka stron,
- opisowe nazwy 8 stron.

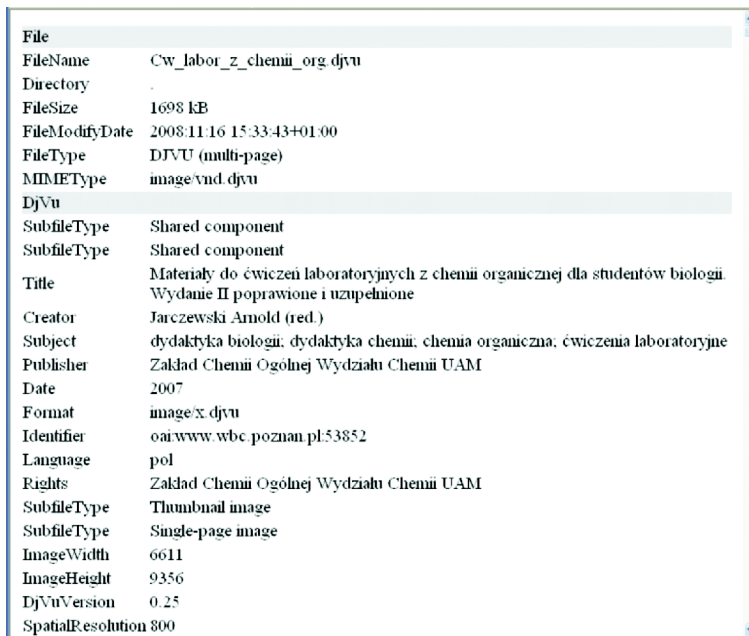
Błyskawiczny dostęp do jej dowolnego fragmentu – dzięki interaktywnemu spisowi treści lub spisowi w postaci panelu zakładek – możliwość wydruku i eksportu zintegrowanych metadanych czy to zgodnie ze specyfikacją formatu *DjVu*, czy też jako pakiet XMP metadanych oraz możliwość przeszukiwania zarówno treści, jak i metadanych publikacji, czyni taką publikację kompletną i nadaje jej cechy nowoczesnego dokumentu elektronicznego. Mimo iż integrowanie w publikacjach *DjVu* metadanych zgodnie ze standardem XMP jest w chwili obecnej jedynie zapowiedzią, zarówno wspomniane wydruki, jak i eksport metadanych z publikacji *DjVu* dostępne już są za pomocą programu *ExifTool*.

Dostępne jako proste pliki tekstowe o przykładowej postaci:

```
---- File ----
FileName      : Cw_labor_z_chemii_org.djvu
---- XMP ----
About         : http://www.wbc.poznan.pl/Content/53852
Publisher     : Zakład Chemii Ogólnej Wydziału Chemii UAM
Language      : pol
Creator       : Jarczewski Arnold (red.)
Subjec        : dydaktyka biologii, chemia organiczna,
                dydaktyka chemii, ćwiczenia laboratoryjne
Rights-pl     : Zakład Chemii Ogólnej Wydziału Chemii UAM
Format        : application/pdf
Date          : 2007
Title-pl      : Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych
                z chemii organicznej dla studentów biologii.
                Wydanie II poprawione i uzupełnione
```

lub jak przedstawiono na rycinie 10, jako pliki w formacie *html*.





File	
FileName	Cw_labor_z_chemii_org.djvu
Directory	.
FileSize	1698 kB
FileModifyDate	2008:11:16 15:33:43+01:00
FileType	DjVu (multi-page)
MIMEType	image/vnd.djvu
DjVu	
SubfileType	Shared component
SubfileType	Shared component
Title	Materiały do ćwiczeń laboratoryjnych z chemii organicznej dla studentów biologii Wydanie II poprawione i uzupełnione
Creator	Jarczewski Arnold (red.)
Subject	dydaktyka biologii; dydaktyka chemii; chemia organiczna; ćwiczenia laboratoryjne
Publisher	Zakład Chemii Ogólnej Wydziału Chemii UAM
Date	2007
Format	image/x.djvu
Identifier	oai:www.wbc.poznan.pl:53852
Language	pol
Rights	Zakład Chemii Ogólnej Wydziału Chemii UAM
SubfileType	Thumbnail image
SubfileType	Single-page image
ImageWidth	6611
ImageHeight	9356
DjVuVersion	0.25
SpatialResolution	300

Ryc. 10. Metadane wyeksportowane do pliku w formacie *html*

*ExifTool* to pierwszy program zdający się potwierdzać fakt, że powstające obecnie aplikacje i systemy informatyczne wyposażone zostaną w mechanizmy umożliwiające udostępnianie użytkownikom zintegrowanych w publikacjach metadanych pod warunkiem, że ich integrację wykonano według określonego standardu.

Zarówno określone i zaakceptowane standardy metadanych, jak i określone metody ich integracji, zachęcają zatem biblioteki cyfrowe do tego, by metadane były obecne w każdej udostępnionej publikacji cyfrowej.

## Piśmiennictwo

- [1] G. Bednarek, *Niestandardowe techniki redagowania i przygotowywania publikacji w formacie DjVu*. [http://www.djvu.com.pl/info/Konferencja/Niestandardowe\\_tekniki\\_DjVu.html](http://www.djvu.com.pl/info/Konferencja/Niestandardowe_tekniki_DjVu.html)
- [2] G. Bednarek, *Integracja i wykorzystywanie metadanych w publikacjach DjVu*. [http://www.djvu.com.pl/info/Konferencja/Integracja\\_metadanych\\_DjVu.html](http://www.djvu.com.pl/info/Konferencja/Integracja_metadanych_DjVu.html)
- [3] Praca zbiorowa, *djvu changes.txt* – dokument elektroniczny, aktualizacja z dnia 26. 10. 2008. <http://djvu.cvs.sourceforge.net/viewvc/djvu/djvulibre-3.5/doc/djvuchanges.txt>
- [4] Lizardtech, a Celartem Company, Lizardtech DjVu Reference v3. <http://djvu.org/docs/DjVu3Spec.djvu>





